

城市圩区河道排口整治技术措施研究

奚园园

(安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司, 安徽 合肥 230088)

摘要: 为有效解决城市圩区河道排口的点源污染和面源污染问题,全面提升水环境质量,同时实现雨水资源化,以南京市某河道排口整治项目为工程背景,对城市圩区河道排口整治的技术措施进行研究和总结;通过分析现状排口特点及存在问题,对不同排口进行分类处置,同时根据设计目标确定排口整治技术路径,并提出具体整治方案,重点对系统工艺及运行工况进行细化设计,以实现排水口整治的多目标结合。

关键词: 水环境治理;排水口整治;圩区河道;智能分流井;调蓄池;初期雨水

中图分类号: X52

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2026)06-0306-04

Research on Technical Measures for the Remediation of River Outlets in Urban Polder Areas

XI Yuanyuan

(Anhui Transport Consulting & Design Institute Co., Ltd., Hefei 230088, China)

Abstract: In order to effectively address point source and non-point source pollution at river discharge outlets in urban polder areas, comprehensively enhance the water environment, and simultaneously achieve rainwater resource utilization, this study takes a river discharge outlet remediation project in Nanjing as an example to research and summarize the technical measures for managing such outlets. The characteristics and existing issues of current discharge outlets are analyzed, and different outlets are classified for targeted treatment. Based on the design objectives, technical pathways for outlet remediation are determined, and specific remediation plans are proposed. Emphasis is placed on the detailed design of system processes and operational conditions to achieve the integration of multiple objectives in discharge outlet remediation, providing a reference for similar projects in the future.

Keywords: water environment remediation; outlet remediation; polder area watercourse; intelligent diversion well; stormwater retention basin; initial rainwater

0 引言

城市圩区是指平原河网或沿江滨湖等低洼易涝地区,通过圈圩筑堤,设置水闸、泵站,以外御洪水、内除涝水,从而形成的封闭防洪排涝保护区域^[1]。圩区地形平坦,地势低洼,河道排口一般位于河道水面以下,处于淹没出流状态,晴天污水下河不易发现,雨天管道内的初期雨水则会加剧排口的出流污染。圩区河道排口的治理对提升河道水质、改善人居环境、提升城市形象具有重要意义。

1 现状排水口分析

该项目位于城市新区,周边处于开发阶段,城市

界面较为复杂,已开发区域的河道排口主要为现状地块排口、市政道路雨水排口;未开发区域的河道排口主要是随市政道路配套建设的雨水管道排出口。经现场排查及分析,现状排口出流污染主要为以下4种:

(1)晴天污水直排。排口上游地块内部存在雨污混接、分流不彻底,晴天污水直接进入雨水管网下河,严重污染河道水质,破坏河道水生动植物生态系统,也影响周边居民生活质量。

(2)管道内存水污染。圩区河道排口大多为淹没出流,河水倒灌入雨水管道,管道长期高水位运行,一方面影响日常管网清淤养护,存水长期憋在管道中,导致水质恶化,雨天排入河道对水体造成冲击性污染^[2];另一方面河水通过截流井、混接点倒灌入污水管网内,影响污水厂进水水质和水量。

(3)初期雨水污染。下雨初期,街边餐饮、路边

收稿日期: 2025-12-10

作者简介: 奚园园(1993—),女,本科,工程师,从事给排水设计工作。

门店、垃圾站、垃圾桶等区域的油污、垃圾随地表径流进入雨水管网下河,导致面源污染。此外,河道两岸的部分合流制排口虽经过截流改造,但截流倍数偏小,导致雨天截流设施污水溢流量大^[3]。

(4)周边建筑工地临时排水。由于项目所处沿江漫滩地区地下水水质普遍较差,随着片区开发,周边工地基坑排水量日益增多,但水中氨氮较高,且部分基坑水中铁锰离子含量较高^[4],水质明显发黄,未经处理直接排入河道,对河道水体水质及观感产生了很大影响。

2 设计目标

按照住房和城乡建设部《城市黑臭水体整治一排水口、管道及检查井治理技术指南(试行)》要求,各项目应在充分调查现状数据及运行状况的基础上,针对不同类别排水口存在的具体问题,结合排水口整治的规划要求及现场条件,在保障城市内涝防治系统安全运行的基础上,根据高、中、低3类目标,因地制宜地采取封堵、截流、防倒灌等综合措施^[5]。

高目标:实现分流制排水体制,污水不下河。排水口整治目的为配合海绵城市建设和初期雨水处理系统建设,消除面源污染,实现雨水资源化。

中目标:在现有截流式合流制排水体制下,排水口整治目的为缓解点源污染及面源污染。即实现旱天污水不下河;雨天则尽量减少排水口污水排放或溢流量及频率,同步缓解雨水对污水收集系统的水质水量冲击。

低目标:在现有截流式合流制排水体制下,排水口整治目的为缓解点源污染,即实现旱天污水不下河,河水不倒灌。

3 排口分类处置原则

对河道排水口进行原因调查,编制“一口一策”整治方案,采取改造排水管道、敷设截污管道、设置调蓄设施、防倒灌等综合性措施,完成排水口清理整治任务,强化排水口设施运行管理,实现排水口旱天零直排、河水不倒灌的目标^[6]。

规划排口整治采用高目标。结合上位规划,对规划中予以保留的排口采用高目标,配合海绵城市建设和初期雨水处理系统建设,消除面源污染,实现雨水资源化。

临时排口整治采用低、中目标。缓解点源污染,即实现旱天污水不下河,河水不倒灌;雨天则尽量减

少排水口污水排放或溢流量及频率,同步缓解雨水对污水收集系统的水质水量冲击。

4 技术路径

按照“标本兼治、排口先行”的设计理念,将面源污染与点源污染相统筹,近期混接污水与远期初期雨水调蓄处理相统筹,实现“河水常年不倒灌、晴天排口无水流、汛期排水不受阻、雨天初雨少溢流、存量污水不下河、污水处理再利用”多目标结合。

排口整治路径系统图见图1。

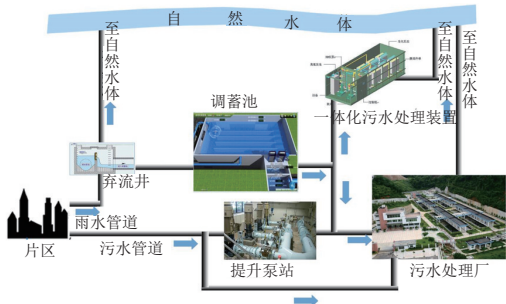


图1 排口整治路径系统图

建设“排口智能分流井—截污管(初期雨水收集管)—调蓄池及净水设施—初期雨水再利用”系统,旱季及雨季初降雨时,智能分流井排口闸门关闭,污水及初期雨水经智能分流井、截污管收集至调蓄池集水坑处,由潜污泵就近排入市政污水系统;降雨后期,排口闸门打开,雨水正常排河;降雨结束后,调蓄池内存储的雨水部分经雨水在线等设施处理后回补河道,下层泥水提升至市政污水管道,输送至污水厂。

5 整治方案

5.1 系统总体布局思路

规划排口应与外部建设条件相衔接。结合片区排水规划、河道两岸道路的排水设计图纸、河道景观平面方案,将零散的排口归并结合。统筹考虑近期道路排水与远期初雨收集系统的衔接关系,做到近远期结合,避免重复建设浪费。调蓄池规模由排口服务的汇水范围确定,位置根据河道两侧建设条件确定。

以该项目中的团结河排口整治工程为例。团结河河道全长约1.2 km,结合现状和规划排口归并整治,河道沿线共有7个排口,均为雨水排口,排口规模为D1200至D1500,服务范围约91.8 hm²;根据建设条件及服务范围,共设置3座调蓄池收集初期雨水。

团结河排口整治总体方案图见图2。

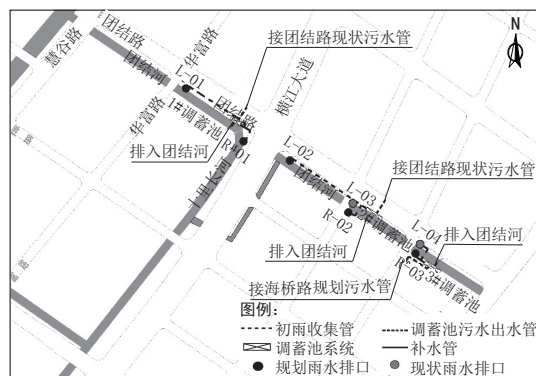


图2 团结河排口整治总体方案图

5.2 初雨处理方式

调蓄池上层清液通过雨水在线设施处理后下河,作为河道生态补水来源^[7];下层浊液通过潜污泵提升至市政污水管道,最终进入污水处理厂处理。

雨水在线处理设施按24 h排空设计,采用纤维转盘滤池^[8],通过设备正向过滤,杂质颗粒被截留,滤后的水从过滤器中流出;通过反向冲洗,将杂质甩出。设计出水水质要求固体悬浮物浓度SS<10 mg/L。

初期雨水经提升进入滤池,滤池内设置有布水堰;滤布采用完全浸没式设计,初期雨水由滤布外侧向内渗透,过滤后的水体经由中空管收集后,经提升泵加压排放至河道。过滤过程中,部分污泥被截留在滤布外表面,逐渐累积形成污泥层。当滤布上的污泥积累到一定厚度时,自动启动反抽吸泵,对滤布进行清洗。沉积于池底的污泥借助斗形池底结构进行收集,再通过排泥泵及池底设置的穿孔排泥管,回流至市政污水管网中。

5.3 分流井工艺设计

河道排口前设置智能分流井,由于智能分流井检修口较多,不建议将分流井设置在市政道路内,此次设计考虑将分流井沿河道边坡布置。分流井内设截污管(初雨收集管),截污管前设置拦污栅,防止杂物进入初雨管,截污管末端设置电动闸门;排口采用液压闸门作为防倒灌措施,为减少闸门井开挖深度,首选上开式液压闸门;闸门墙上部设置2个溢流孔洞,用于闸门无法开启时的雨水排出;井内设超声波液位计、控制系统、摄像头、水质监测仪等设备。

旱季及雨季初降雨时,排口液压闸门关闭,收集管闸门打开,污水及初期雨水进入智能分流井污水管道系统,排入调蓄池,由潜污泵就近排入污水井。降雨量大时,收集管闸门关闭,排口闸门打开,雨水排入河道^[9]。

5.4 调蓄池工艺设计

5.4.1 初期雨水调蓄量计算

《城镇雨水调蓄工程技术规范》(GB 51174—2017)中规定,分流制排水系统径流污染控制的雨水调蓄工程单位面积调蓄深度可取4~8 mm。结合上述规范和当地海绵城市建设要求,初期雨水深度控制在5 mm左右,本次设计取5 mm。

调蓄池有效容积 $V(\text{m}^3)$ 为:

$$V = 10DF\Psi\beta \quad (1)$$

式中: D 为单位面积调蓄深度,mm; F 为汇水面积, hm^2 ; Ψ 为径流系数,取0.65; β 为安全系数。

调蓄池服务半径控制在1 km左右,调蓄池应当截留的初期雨水量决定了调蓄池发挥有效截污功能所需的最小有效容积^[10]。

5.4.2 水位确定

项目区域内河底标高1.58 m,常水位标高3.58 m,高水位4.08 m。调蓄池水位控制因素如下:

(1)由于河道后期有观光、通船需求,根据区域统一要求,市政雨水管道入河口管顶应在河道常水位以下。根据河道水位、排口管径,可确定排口标高;根据排口标高,可确定调蓄池进水管道标高。

(2)为防止调蓄池内收集的水倒灌至排口,要求调蓄池最高液位需低于该调蓄池收集排口的管内底标高。

(3)调蓄池内应考虑超高,超高高度不小于0.5 m,考虑到顶板梁高,建议超高高度不小于0.6 m^[11]。

(4)调蓄池有效容积需满足水位高度不应小于有效容积与池底面积的比值。

根据各控制因素确定调蓄池尺寸,同时结合用地规划,优先选择规划绿地作为调蓄池选址,地面以上可正常绿化,不影响土地使用功能^[12]。

5.4.3 工艺设计及运行原理

调蓄池下部可分为沉砂池区域和蓄水池区域。沉砂池内置曝气管^[13],蓄水池分别设置雨水泵和污水泵;中部可分为设备间和检修通道区域,设备间包括风机室、控制室、雨水处理间、启闭机间等;上部主要为除臭生物滤池及盖板。

调蓄池系统工作原理图见图3。

调蓄池采用重力式进水,潜污泵压力提升排放,人工冲洗,通过联合疏通车进行排砂^[14]。

(1)晴天工况:闸门1关闭,闸门2开启;潜污泵1开启,潜污泵2关闭;旱季污水直接通过初雨收集管排入调蓄池集水坑,再通过提升泵1提升至污水管、

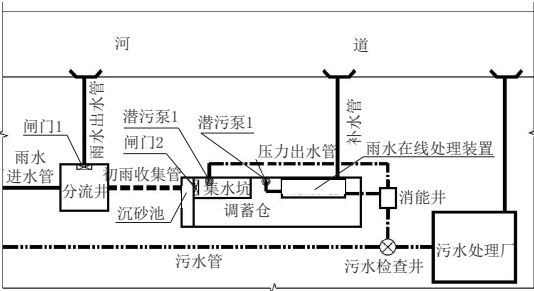


图3 调蓄池系统工作原理图

进入污水处理厂,处理达标后排入河道。

(2)降雨初期工况:闸门1关闭,闸门2开启;初雨通过初雨收集管进入调蓄池截污仓储存。

(3)降雨后期工况:当分流井内水位上升至出水管标高时,闸门2关闭,闸门1开启,雨水直接排入河道,调蓄池闸门及提升泵关闭。

(4)雨停后工况:调蓄池内静置的上部初期雨水通过提升泵2快速提升至雨水在线处理装置,经简单处理后排入自然水体;当河道降至常水位标高时,闸门1关闭,闸门2开启,晴天污水及调蓄池下部水通过提升泵1提升至污水管。

5.4.4 通风设计

调蓄池采用自然补风、机械排风系统,除臭设备间、配电室及雨水处理间均设置机械排风系统,并在地下1层走道集中设置补风系统。除臭设备间按换气次数均为6次/h计,雨水处理间按换气次数均为6次/h计,配电间按换气次数均为8次/h计^[15]。

调蓄池配置生物土壤除臭工艺^[16]。调蓄池内污浊气体经由布置于调蓄池板口部侧壁上的排风风口和管道收集后,通过排风机集中通入生物土壤滤池中,对产生的污浊气体进行收集和处理。

5.5 反馈与总结

工程施工完成后,晴天污水直排现象已基本消除,初期雨水径流污染得到有效控制。初期雨水调蓄处理后作为河道生态补水,增加了水体流动性,形成了良性循环。在实际运行过程中,也存在一些问题,由于片区智慧水务平台尚未构建完成,运维管理主要依靠人工巡查,对于设备故障有时不能及时发现,比如闸门无法关闭使晴天河水倒灌入管网及调

蓄池,水泵故障使池水不能及时排出等,后期需要制定更加全面的运营方案加以解决。

6 结 语

城市河道水质与人居环境质量息息相关,圩区河道排口的整治不仅为河道水质达标上了一道保险,还能解决河水倒灌、管网高水位运行带来的一系列问题。不过,工程实施完成后,还需要依靠建立常态化、系统化、科学化的长效运营机制,来确保排口整治系统运行效果实现、河道水质长效达标。

参考文献:

[1] 河海大学《水利大辞典》编辑修订委员会.水利大辞典[M].上海:上海辞书出版社,2015.

[2] 张春,丁乾,何学源,等.南京市黑臭河道整治对策及成效分析[J].水利发展研究,2018,18(11):35-38.

[3] 戴勇华.市政泵站与河道泵闸稳定河道水质的联合优化调度[J].净水技术,2024,43(7):167-176;195.

[4] 张明浩,冯春苗,谢昕,等.工地基坑排水对水环境影响与对策研究[J].城市道桥与防洪,2021(12):92-94.

[5] 建城函[2016]198号 城市黑臭水体整治—排水口、管道及检查井治理技术指南(试行)[S].

[6] 汪广丰.南京:拟三年提升水环境[J].城乡建设,2018(1):47-49.

[7] 王东赢,杜智军,张会.南京市南河初雨调蓄池工艺设计[J].给水排水,2021,57(6):50-54;60.

[8] 左雄,张静雯,丰元,等.河北省某河道水质应急净化工程实例[J].广州化工,2025,53(14):141-143.

[9] 苏锦,李文键.南方某工业镇污水处理系统厂网改扩建设计思路[J].工程技术研究,2024,9(12):195-197.

[10] 黄标,余福慧,刘甲春,等.外源污染物影响下的雨水管网水质演变规律[J].长江科学院院报,2025(12):170-179;197.

[11] 戴萍.地铁北广贤初雨调蓄池设计[J].城市道桥与防洪,2025(2):141-144.

[12] 李枫林,王卓艺,张鸿涛,等.福州市东郊河综合整治方案及目标可达性分析[J].给水排水,2020,56(增刊1):654-658;665.

[13] 何磊,吴克祥,邹伟国.景观人工湿地处理初期污染雨水工程案例[J].中国给水排水,2023,39(18):77-83.

[14] 王彝,李志军,刘思源.海绵城市改造调蓄池在伊通河中段综合治理中的应用[J].城市住宅,2017,24(9):121-124.

[15] 杨洁,张智斌,雷丹妮.地下调蓄池通风除臭设计要点分析[J].建筑热能通风空调,2019,38(9):101-103;73.

[16] 欧阳小平,方绍鸣,刘小宁.阜阳市城区水系治理技术体系示范应用与效果分析[J].环境生态学,2023,5(10):109-116.